

# Trabajo Fin de Máster

Trabajando habilidades de indagación  
con la enseñanza a distancia de la  
nutrición vegetal en 1º de Bachillerato

Working on inquiry skills in plant nutrition by  
means of distance lessons in 1<sup>st</sup> Bachillerato

Autora

Lucía Yagüe Martínez

Director/es

Sergio Calavia Lombardo

FACULTAD DE EDUCACIÓN  
2020

# ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	1
Presentación personal y del currículo académico.....	1
Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I y II .....	1
Presentación del trabajo .....	2
II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE 2 ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y APLICACIÓN AL PRÁCTICUM .....	2
➤ ACTIVIDAD 1: Diseño curricular e instruccional de ciencias experimentales .....	2
➤ ACTIVIDAD 2: Diseño de actividades de aprendizaje de biología y geología .....	3
III. PROPUESTA DIDÁCTICA.....	5
III.1. TÍTULO Y NIVEL EDUCATIVO.....	5
III.2. EVALUACIÓN INICIAL.....	5
III.3. OBJETIVOS .....	7
III.4. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	8
III.5. ACTIVIDADES DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA.....	12
A) CONTEXTO .....	12
B) CONTENIDOS .....	13
C) CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE .....	14
D) SECUENCIACIÓN .....	15
E) MATERIAL Y RECURSOS .....	16
F) METODOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	17
III.6. RESULTADOS Y EVALUACIÓN .....	22
IV. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA.....	26
V. CONCLUSIONES .....	28
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	30
VII. ANEXOS .....	33

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **Presentación personal y del currículo académico**

Me llamo Lucía Yagüe y he estudiado biotecnología en la Universidad de Zaragoza. Inicialmente me decanté por esta carrera, pero conforme avanzaba, aunque el grado parecía interesante, me fui dando cuenta de que no quería dedicarme a la investigación. Finalmente, al realizar mi trabajo de Fin de Grado en la Facultad de Veterinaria comprobé que no me disgustaba, pero tampoco era mi vocación. De hecho, durante los últimos años de la carrera ya estuve pensando en que otras vías tomar, considerando la opción de la docencia.

Mientras estudiaba me saqué el título de monitor de tiempo libre, realizando mis prácticas en una asociación que coordinaba un centro de tiempo libre, con niños y adolescentes de 3 a 14 años, así como un programa que apoyo escolar para jóvenes en riesgo de exclusión y con necesidades educativas, donde proponíamos actividades culturales, de lectura y de ocio. Pude estar con cinco grupos de varias edades y vi como trabajaban diferentes educadoras, todas ellas con muchos recursos para solucionar los imprevistos que surgían en su programación, adaptar las actividades, dirigir grupos muy heterogéneos y solucionar conflictos. Este primer contacto con el ámbito educativo me resultó muy enriquecedor. Después comencé a dar clases particulares de matemáticas, una asignatura que a lo largo de mis estudios nunca me había atraído, pero disfrutaba explicando, y continúe dando clases de otras asignaturas. Tras ser consciente de que me gustaba la docencia y trabajar con jóvenes, decidí hacer el Máster de Profesorado para Secundaria

## **Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I y II**

El Instituto de Educación Secundaria Pilar Lorengar es un centro público ubicado en el barrio de La Jota, situado en la margen izquierda del Ebro. En el instituto, con cerca de 1000 alumnos matriculados y 92 profesores, se imparten Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional Específica (Formación Profesional Básica, Ciclo Formativo de Grado Medio y Grado Superior) de la rama de las Artes Gráficas. Para dar respuesta a las necesidades del alumnado cuenta también con los programas PPPSE, PAI y PMAR, y programas especiales de lenguas modernas (la sección Plurilingüe francés-inglés-español en ESO y la sección Bilingüe francés-español en Bachillerato).

Debido a su gran cantidad de estudiantes, es un centro con mucha diversidad. Los alumnos de Bachillerato, nivel en el que se ha llevado a cabo la propuesta, notan un gran cambio en el nivel de exigencia académica con respecto a la ESO. En lo referente al ámbito familiar, podemos considerar que un porcentaje mayoritario procede de familias de clase trabajadora, con un promedio de dos hijos y un nivel cultural medio y medio-bajo, aunque en los últimos años ha habido un importante incremento de viviendas en el barrio con la incorporación de vecinos jóvenes procedentes de otras zonas de la ciudad y dedicados a variados oficios de todo grado de cualificación.

## **Presentación del trabajo**

En el presente trabajo de Fin de Máster se recoge el diseño e implementación de una propuesta didáctica en un grupo de 1º de Bachillerato de la asignatura Biología y Geología durante mi segundo periodo de prácticas. Se trata de una propuesta para la enseñanza a través de la indagación guiada de la unidad didáctica de nutrición vegetal, que aborda parte de los contenidos indicados en el bloque 5 del currículo oficial de la asignatura de Biología y Geología para el nivel de 1º de Bachillerato, tal y como establece la Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

La intervención se llevó a cabo de forma no presencial durante el periodo de suspensión de las actividades lectivas debido a la situación de crisis sanitaria. Durante el confinamiento, los docentes del centro iban subiendo sus tareas en diferentes plataformas educativas, sin existencia de un horario establecido. Los estudiantes de este grupo utilizaban Slack en Biología y Geología desde principio de curso, por lo que fue la plataforma en la que continuaron con las clases online. Slack es una herramienta de frecuente uso empresarial que combina la utilidad de los foros, mediante canales generales de grupo organizados por temas, el mail y la mensajería instantánea. Sin embargo, pese a su potencial para trabajo colaborativo los estudiantes tienden a hablar por mensaje directo privado en lugar de utilizar los canales compartidos.

A través del canal de Slack #ud\_12\_vegetales\_nutrición se propusieron las diferentes tareas, especificadas a lo largo de la memoria, que conforman la propuesta: una evaluación inicial, una actividad de búsqueda de información y producción de vídeos, una práctica de germinación y un cuestionario final de evaluación. El presente trabajo parte del análisis didáctico de dos actividades realizadas en Máster que influyeron en el desarrollo de mi propuesta didáctica, continúa con la explicación detallada la misma, para acabar con una reflexión con las conclusiones extraídas.

## **II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE 2 ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y APLICACIÓN AL PRÁCTICUM**

### **➤ ACTIVIDAD 1: Diseño curricular e instruccional de ciencias experimentales**

En la parte de fundamentos de la asignatura *Diseño curricular e instruccional de ciencias experimentales*, trabajamos la didáctica de las ciencias, así como algunas dificultades que pueden presentar los estudiantes en su aprendizaje. Al finalizar, entregamos un trabajo sobre uno de los aspectos abordados. En mi caso, el tema que escogí para realizar el trabajo final fueron las ideas alternativas de los alumnos respecto a la biotecnología, lo que me permitió profundizar en este contenido de la asignatura. Las ideas alternativas son concepciones que tienen los estudiantes, a través de las que interpretan los fenómenos naturales, que distan de los conocimientos científicos vigentes (Carrascosa, 2005).

La investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales estudia las concepciones alternativas de los alumnos, ya que, desde el enfoque constructivista, el aprendizaje se concibe como un proceso de construcción de nuevos conocimientos a partir de los conocimientos previos. El trabajo final de la asignatura supuso el primer contacto con las revistas de Didáctica de las Ciencias experimentales y la investigación en este campo, pues no las había utilizado previamente, al analizar un tema del currículo desde el punto de vista de las ideas alternativas vinculadas y sus posibles causas.

Los orígenes de estas concepciones son debidos a experiencias personales muy variadas que incluyen la percepción, la cultura de los iguales, el lenguaje, los métodos de enseñanza, las explicaciones de los profesores y los materiales didácticos (Carrascosa, 2005). Es decir, incluyen las ideas ajenas a la escolarización que resultan de la información que el alumnado puede obtener fuera del contexto escolar, junto con aquellas que se generan en el aula. Por ello en la propia asignatura y con el trabajo final pude ver la importancia de conocerlas para diseñar estrategias de enseñanza que permitan superarlas, ya que incluso están presentes o no se tienen en cuenta en los libros de texto y las mantenemos los propios docentes. Estas ideas se han tenido en cuenta en la propuesta pues las concepciones alternativas con respecto a la nutrición vegetal son numerosas y se suceden en todos los cursos académicos, desde Primaria hasta Bachillerato, alcanzando niveles universitarios (Cañal, 1992). Al inicio de la unidad didáctica se realizó un cuestionario para conocer las ideas iniciales y errores conceptuales del grupo, que se intentaron aclarar a través del PowerPoint proporcionado.

En concreto, una de las ideas emitidas por los alumnos que busqué combatir a través de la práctica, fue la idea previa de que las semillas necesitan luz para germinar. Las actividades experimentales bien estructuradas tienen el potencial de lograr un cambio efectivo en la estructura de conocimiento de los estudiantes, porque al identificar las ideas previas y utilizar diversas estrategias de aprendizaje que permiten modificar estas concepciones, logran aprendizajes más significativos (Nieto, Carrillo, González, Montagut y Sansón, 2005; Fernández, 2013).

### ➤ **ACTIVIDAD 2: Diseño de actividades de aprendizaje de biología y geología**

Dentro de la asignatura de *Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología* trabajamos el diseño de prácticas de campo y laboratorio. Una de las actividades que realizamos fue una salida a la Plaza del Pilar para ver rocas de construcción y ornamentales. Durante la actividad fuimos observando las diferentes rocas del entorno urbano en grupos compuestos por “monitores expertos” y “estudiantes”. En este escenario, nos fueron surgiendo preguntas sobre las rocas que los monitores iban resolviendo. De este modo, la observación y recogida de evidencias empíricas en el entorno próximo facilitó la contextualización de los problemas planteados en la actividad, integrando también cuestiones culturales, sociales y económicas. Después presentamos los datos recogidos a lo largo de la excursión en forma de un vídeo.

La inclusión de las actividades prácticas constituye en la actualidad una necesidad didáctica constatada en el aprendizaje de las ciencias. Sin embargo, esto no parece reflejarse en la dinámica habitual de los centros de secundaria. Este hecho puede deberse a diferentes causas como la inadecuada formación docente, la falta de espacios y recursos materiales, el reducido horario o su consideración como actividades aditivas del currículo (Cano y Cañal, 2006). Esta actividad, junto con otras de la asignatura, permitió ver que no son necesarios grandes desplazamientos, materiales ni inversiones de tiempo para realizar salidas y prácticas, sino que hay recursos didácticos cerca del aula que muchas veces no se aprovechan. De este modo, para mi propuesta intenté diseñar una práctica dentro de las posibilidades de la situación, que los alumnos pudieran llevar a cabo en casa durante el confinamiento con los materiales que en ella tenían.

No obstante, durante la excursión también aparecieron dificultades. Por ejemplo, los “expertos” no conocían la respuesta a algunas de las preguntas o no sabían qué comentar en algunas paradas, por lo que pudimos ver algunos de los problemas de ceder la explicación a los alumnos, y la necesidad de la presencia del profesor como guía para intentar solucionar las dudas que puedan aparecer o guiar a los alumnos si se usa esta metodología. En este sentido, cobra importancia la preparación previa de la actividad por parte del docente y los alumnos “expertos”, para profundizar en aquellos conocimientos que se van a abordar durante la salida y poder solventar las preguntas que surjan durante su transcurso. Por otro lado, en el máster podíamos disgregarnos en grupos pequeños sin supervisión, pero en una clase de instituto esto no es posible, lo que dificulta realizar trabajos prácticos y salidas en el ámbito escolar, ya que hay que estar pendiente de un grupo numeroso en actividades en las que es más fácil la dispersión.

Tras la salida, elaboramos un trabajo en vídeo relacionado con la temática tratada en la actividad, por lo que tuvimos que aprender a elaborar y editar vídeos, lo que nos puede ayudar para la elaboración de contenidos audiovisuales para la práctica docente. Además, los vídeos debían ser atractivos, de modo que no solo utilizamos la creatividad, sino que sin darnos cuentas acabamos profundizando más en los contenidos para contextualizar y dar un sentido al vídeo. Por ello, la actividad me ha inspirado para seleccionar la elaboración de un vídeo creativo por parejas como formato para exponer los resultados de una de las tareas de mi propuesta.

En nuestro caso, los vídeos se compartieron para todo el grupo del máster y realizamos la coevaluación de los vídeos de los compañeros, en función de una serie de criterios establecidos por los profesores. Aunque en mi propuesta del prácticum no fue posible poner los vídeos en común, este aspecto me pareció muy interesante para aplicarlo en los alumnos, ya que se trabaja la crítica constructiva y la evaluación del propio trabajo. En mi propuesta el vídeo que había realizado cada alumno abordaba únicamente un criterio de evaluación, por lo que utilizando la coevaluación se habría incitado a los alumnos a ver los vídeos de sus compañeros, y, por tanto, tener una visión más completa de la unidad.

### **III. PROPUESTA DIDÁCTICA**

#### **III.1. TÍTULO Y NIVEL EDUCATIVO**

La propuesta didáctica llevada a cabo en un grupo de 1º de Bachillerato del IES Pilar Lorengar durante el periodo de prácticas no presencial llevó como título “Trabajando habilidades de indagación con la enseñanza a distancia de la nutrición vegetal”. Los contenidos trabajados se encuadran dentro del Bloque 5 (Las plantas: sus funciones y adaptaciones al medio) del currículo aragonés de Bachillerato de Biología y Geología.

#### **III.2. EVALUACIÓN INICIAL**

##### **➤ Revisión bibliográfica relativa al nivel de los alumnos**

El tema de la nutrición vegetal se trabaja en España desde Primaria, y es entonces cuando se construyen muchos de las primeras concepciones alternativas, que son después difíciles de erradicar y se arrastran en todos los cursos escolares. Diversos autores realizan una revisión bibliográfica (Cañal, 1992; González, García y Martínez, 1999; Charrier, Cañal y Rodrigo, 2006; Angosto, 2011) en este tema, algunas de las ideas que se detectan de forma repetida en todos los niveles académicos son las siguientes:

- Muchos estudiantes piensan que las plantas obtienen su alimento del suelo, por medio de las raíces. No comprenden la intervención de las hojas en la nutrición. Se tiende a asimilar la anatomía de las plantas con el modelo corporal animal.
- La nutrición no depende de ningún intercambio gaseoso, conciben ambos procesos como problemas independientes. Desconocen el papel del CO<sub>2</sub> en la formación de la materia vegetal. Para el alumno lo más importante es el crecimiento que deriva de las sales incorporadas, no lo relacionan con la fotosíntesis. No se plantean el origen del nitrógeno o el carbono en las plantas.
- No se establece relación entre la fotosíntesis y la nutrición de las plantas. La nutrición de las plantas hace referencia a la incorporación de sustancias del suelo, en tanto que la fotosíntesis se relaciona con intercambios gaseosos y una intervención de la luz solar, poco conectada con la producción de materia orgánica.
- El agua y las sales minerales se olvidan muchas veces como factores fotosintéticos, considerando mayoritariamente la luz, y el CO<sub>2</sub>.
- No relacionan o confunden la fotosíntesis y la respiración. Por ejemplo, muchos estudiantes consideran que las plantas no respiran o bien fotosintetizan de día y respiran de noche. También aparece la idea de que la fotosíntesis como una “respiración inversa” a la que los animales realizan.

Además, la comprensión se ve obstaculizada por la falta de conocimientos sobre los elementos que componen los seres vivos como sistema químico y la concepción de los gases como sustancias. Se detectan dificultades para aprender el concepto de alimento (pervive la significación de cualquier cosa tomada del exterior, antes que sustrato para la respiración) y el papel de la energía para el metabolismo de la planta.

Uno de los problemas que aparecen, favorecido desde los libros, es lo que Cañal (2005) llama eclipse de las sales minerales (citado en Angosto, 2017). Se explican los mecanismos de entrada de las sales minerales a través de las células epidérmicas de las raíces y su transporte hasta los vasos leñosos para formar la savia bruta, pero cuando describen la fotosíntesis, no vuelven a aparecer. Solo contemplan la síntesis de azúcares, en particular de la glucosa, lo que muestra incoherencia con el papel de los vegetales como productores primarios de biomasa ya que los tejidos vegetales poseen, además de azúcares, proteínas, ácidos nucleicos y lípidos.

En referencia a la germinación, Olvera y López-Mota (2017) reportan ideas alternativas en los estudiantes universitarios, también presentes en los bachilleres (Lin, 2004), que señalan que “la materia orgánica en el suelo es usada como nutriente para la germinación de la semilla” o indican que “las semillas necesitan agua y luz solar para realizar la fotosíntesis”, es decir, vinculan la fotosíntesis con la germinación. En relación, en la revisión de la literatura realizada, señalan que, desde Primaria hasta la universidad, no asocian la germinación con la emergencia de la radícula (que denominan habitualmente “brote”) sino con la emergencia de las hojas. Esta consideración se refleja asimismo en su confusión entre la etapa de germinación y el crecimiento de la planta. Los alumnos, que consideran factores como la tierra, las sales minerales o la luz determinantes para la germinación, no son conscientes de que durante este proceso la nutrición no es autótrofa, porque las semillas utilizan sus sustancias de reserva para su nutrición y que en él cobra un papel relevante la respiración celular y, por tanto, el O<sub>2</sub> (Jewell, 2002; Vidal y Membiela, 2005; Maguregi, 2011).

#### ➤ **Establecimiento del nivel académico inicial de los alumnos y resultados**

Respecto a aquellos conocimientos que se requieren para comprender algunos aspectos de la unidad didáctica, por la entrevista con mi tutor del Prácticum y mi estancia en el centro, era conocedora de que en las clases presenciales habían trabajado las unidades correspondientes a los componentes químicos de los seres vivos y la organización celular en profundidad. La unidad correspondiente a relación y reproducción en las plantas la habían trabajado antes de implementar mi propuesta didáctica, mediante la lectura de libro y la resolución de ejercicios del mismo. No obstante, no habían estudiado histología.

Además, como evaluación inicial para conocer el nivel de los alumnos respecto a la nutrición vegetal y constatar la presencia de las ideas alternativas señaladas en la bibliografía, inicialmente colgué una encuesta de Google en Slack (<https://forms.gle/52QkCtjDL8rwGPqd8>). El cuestionario inicial lo realizaron 16 alumnos. Se exponen los resultados extraídos a continuación.

- No hay unanimidad respecto a la situación de la fotosíntesis en un orgánulo celular, a pesar de haber estudiado los orgánulos anteriormente durante el mismo curso escolar (el cloroplasto sólo es señalado por 7 alumnos). Sí recuerdan los pigmentos fotosintéticos, señalado la clorofila, junto con carotenos y xantofilas.



- Los alumnos saben que en la fotosíntesis la energía luminosa se transforma en energía química, e indican que las plantas realizan la fotosíntesis de día o de noche cuando haya luz, o bien sólo de día. Sin embargo, piensan que fotosíntesis se realiza por el día y la respiración, en cambio, por la noche (10/16 alumnos).
- Todos los alumnos comprenden que no es peligroso dormir en habitaciones en las que haya plantas lo que parece indicar que existe una influencia del proceso educativo frente a la influencia popular. Argumentan que la cantidad de  $O_2$  que absorbe y de  $CO_2$  que expulsa una persona es mayor, señalando que se trata de una leyenda urbana.
- Respecto a la fotosíntesis en las plantas, todos ellos conocen la necesidad de luz solar, pero sólo algunos comentan la necesidad  $CO_2$  y agua para realizarla. Únicamente 2 alumnos mencionan las sales minerales y 3 alumnos los nutrientes del suelo.
- La mayor parte de los alumnos piensa que las plantas obtienen todos los componentes inorgánicos que necesitan del suelo (11/16 alumnos). Además, los estudiantes creen que un crecimiento de la planta conlleva una disminución sustancial de tierra. Como se indicaba previamente en la bibliografía, desconocen cómo aumentan su masa los vegetales omitiendo el papel del  $CO_2$  en este proceso.
- Respecto la germinación de las semillas, coincidiendo con la literatura, todos los alumnos conocen la necesidad de agua, pero también dicen que son necesarios para la germinación elementos como luz, tierra, abono o nutrientes del suelo.

#### ➤ **Utilidad de la evaluación inicial para la propuesta didáctica**

Al comenzar un proceso de aprendizaje concreto, como puede ser el inicio de una unidad didáctica, la evaluación inicial resulta útil para determinar la situación de partida del alumnado y las necesidades del grupo clase (conocimientos, actitudes, habilidades), permitiendo tomar decisiones respecto a la planificación de dicho proceso y confrontar lo que se enseña respecto de lo que se aprende (Fernández y Malvar, 2007). En un primer momento, la búsqueda de las ideas alternativas y dificultades del alumnado me sirvió para orientar el diseño del resumen PowerPoint que subí como apoyo para los alumnos, ya que en el libro de texto no se tenían en cuenta muchas de ellas. Entre otras cosas, añadí en un último apartado que no aparecía en el libro para ligar la producción de materia orgánica durante la fotosíntesis con la posterior respiración celular. Además, para evitar el eclipse de las sales que aparecía en el libro, integre las mismas en el resumen para completar la producción de todas las moléculas orgánicas con la fotosíntesis. Asimismo, expliqué conceptos de histología ya que los alumnos no habían estudiado esta unidad. Las ideas previas detectadas se intentaron combatir desde las actividades realizadas y se incluyeron en el cuestionario final para que los alumnos se fijaran específicamente en ellas.

### **III.3. OBJETIVOS**

En relación con el currículo de la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato, la propuesta didáctica ayuda a desarrollar los siguientes objetivos generales de materia:

- Obj.BG.5. Realizar una aproximación a los diversos modelos de organización de los seres vivos, tratando de comprender su estructura y funcionamiento como estrategias adaptativas para sobrevivir en un entorno determinado.
- Obj.BG.8. Utilizar con cierta autonomía destrezas de investigación, tanto documentales como experimentales (plantear problemas, formular y contrastar hipótesis, realizar experiencias, etc.), reconociendo el carácter de la ciencia como proceso cambiante y dinámico.
- Obj.BG.9. Desarrollar habilidades que se asocian al trabajo científico, tales como la búsqueda de información, la capacidad crítica, la necesidad de verificación de los hechos, el cuestionamiento de lo obvio y la apertura ante nuevas ideas, el trabajo en equipo, la aplicación y difusión de los conocimientos, etc., con la ayuda de las Tecnologías de la Información y la Comunicación cuando sea necesario.

Los objetivos de la unidad didáctica se pueden concretar como los siguientes:

1. Incrementar el interés y la motivación de los alumnos en el estudio del tema de nutrición vegetal para estimular la continuación con la asignatura pese a la ausencia de evaluación.
2. Fomentar un aprendizaje significativo sobre los contenidos de la unidad en los alumnos, aunque reducido, mediante la conexión con el mundo real.
3. Intentar eliminar algunas de las ideas alternativas más frecuentes respecto a la nutrición vegetal y la germinación de las plantas.
4. Desarrollar habilidades asociadas al trabajo científico, como la organización, la búsqueda de información, el trabajo en equipo y la aplicación y la difusión de los conocimientos, con la ayuda de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
5. Utilizar con cierta autonomía destrezas de investigación experimentales como la planificación, la observación y la realización de experiencias.

### **III.4. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Debido al paso de las clases presenciales a la docencia online por la situación de crisis sanitaria, durante la propuesta se ha hecho un uso contante de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para poder continuar la comunicación y la entrega de tareas a través de Slack, realizar la evaluación inicial y el cuestionario de repaso final a través de formularios de Google y de forma más directa mediante la producción de vídeos por los estudiantes. El uso de las TIC permite implantar una metodología más interactiva y participativa, que ayude al alumnado a aprender de manera autónoma en una cultura científica en continua evolución (Sánchez, 2011; Escudero y Dapía, 2013). Propician que el alumno tenga un papel más activo en su proceso de aprendizaje, en tanto se potencia que el profesor se convierta en guía del proceso. No obstante, en ocasiones se percibe la mera introducción de las TIC como un elemento innovador, si bien las prácticas didácticas que se llevan a cabo con ellas no representan una mejora con respecto a las prácticas tradicionales de enseñanza. En muchos casos el único cambio es el tipo de

soporte, al sustituir el uso del libro de texto por el ordenador, manteniendo la metodología dominante anteriormente (Colás, De Pablos y Ballesta, 2018).

Actualmente se ha observado creciente desinterés en las asignaturas de Ciencias y Tecnología por parte de los estudiantes. Las actitudes hacia la ciencia del alumnado son generalmente positivas en las primeras etapas educativas, pero su motivación va disminuyendo a medida que pasan los años. Entre otras causas, este desinterés parece estar relacionado con la forma en que estas se enseñan, de forma que las aportaciones de la investigación en Didáctica de las Ciencias sobre este tema deberían tenerse en cuenta a la hora de formar nuevos profesores (Rocard et al. 2007; Esteve y Solbes, 2017). Sin embargo, la escuela es una de las instituciones a las que más les cuesta evolucionar. El estudio de las ciencias experimentales, aunque también de otras materias, ha estado tradicionalmente basado en la transmisión directa de conocimientos ya elaborados, más que en la comprensión. Esta tradición afecta a lo que se hace en las aulas de ciencias a través tanto de los hábitos ya adquiridos por los alumnos en niveles educativos anteriores, como de las propias prácticas docentes de los profesores de ciencias, que tienden a enseñar y evaluar la ciencia como cuando la aprendieron (Pozo y Gómez, 2010). Frente a las estrategias convencionales, la Comisión Europea recomienda en el informe Rocard (2007) las metodologías basadas en la indagación para frenar la desmotivación del alumnado hacia las ciencias,

Como pude saber por las conversaciones con mi tutor, el confinamiento y la continuación de la educación de forma telemática, en muchos casos a través de ejercicios repetitivos, junto con la ausencia de calificación y la falta general de incentivos, había disminuido el interés en los estudiantes que estaban comenzando a abandonar las tareas que se mandaban desde el centro. Al preguntar a los alumnos del grupo por sus preferencias, me dijeron que les habría gustado ir al laboratorio durante el curso y, de las clases de mi tutor, señalaron que les gustaba su frecuente vinculación de los conceptos del temario con curiosidades y acontecimientos cotidianos. En este sentido, en su estudio Hasni y Potvin (2015) argumentan que los métodos de enseñanza que permitan a los estudiantes establecer relaciones entre lo aprendido en la escuela y su vida cotidiana junto con aquellos basados en la indagación por parte de los estudiantes (formular problemas, sugerir protocolos y elegir los materiales) pueden ayudar a aumentar el interés de los alumnos por el estudio de las ciencias. Además, el tutor no mantenía un horario, sino que se daba a los alumnos libertad para realizar sus actividades con plazos amplios, de modo que a pesar de las posibilidades que puede tener una clase magistral (en este caso por videoconferencia) en la que se incentiva la participación de los alumnos, esta opción fue descartada. Por todos estos motivos, apliqué una metodología enmarcada en indagación guiada, a través de la búsqueda de información en conexión con la vida cotidiana y la realización de una práctica, dentro de las posibilidades de la situación, para intentar implicar a los alumnos en las actividades.

Garritz (2010) revisa el concepto de indagación y las actividades que la promueven. Este enfoque fue presentado por primera vez en 1910 por John Dewey, que argumentaba que

el aprendizaje de la ciencia hacia énfasis en la acumulación de información, proponiendo la indagación basada en el método científico como estrategia de enseñanza de las ciencias. Aunque existen múltiples definiciones, la indagación se refiere a las actividades de los estudiantes en la que ellos desarrollan conocimiento y comprensión de las ideas científicas. La indagación, en el aula o el laboratorio, engloba múltiples tareas. Entre ellas, podemos señalar aquellas que pretendían ser utilizadas a lo largo de la propuesta: hacer observaciones; examinar libros y otras fuentes de información; planificar investigaciones; utilizar instrumentos para reunir, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones, y comunicar los resultados.

En primer lugar, para trabajar estas habilidades, se llevó a cabo una actividad de indagación teórica realizada para responder a las preguntas basadas en fenómenos cotidianos planteados por el docente, a través de la que se trabajó la búsqueda de información. Posteriormente, se pidió a los alumnos la creación de vídeos para la explicación de las respuestas a las que llegaban.

El vídeo se ha utilizado como un medio tradicional de apoyo a la transmisión de conocimientos y la educación audiovisual, pero entre sus funciones educativas se encuentra también su uso como instrumento para que los alumnos elaboren sus propios mensajes (Cabero Almenara, 1998). La propuesta se centra en esta última opción, previamente utilizada por otros autores en ciencias (Torres, 2009; Escudero y Dapía, 2013; Marques y Reis), mediante la producción de vídeos digitales por los estudiantes, que convierte este recurso en una herramienta creativa que desplaza a los alumnos del papel receptor para implicarlos de forma activa como creadores de contenido. Frente a otros formatos, la elaboración de medios audiovisuales permite la expresión desde diferentes sistemas de representación (visual, auditivo y kinestésico) (Sánchez, 2011) y su producción aborda los contenidos de un modo pluridimensional (conceptual, procedimental y actitudinal) (Marques y Reis, 2017). Por tanto, la construcción de vídeos, aun siendo generalmente asociada al entretenimiento, también puede utilizarse como una actividad didáctica que se muestra motivadora para el alumnado y ventajosa para el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Marques y Reis, 2017; Torres, 2009). Además, el propio vídeo funciona como instrumento de evaluación, pues ofrece un feedback a los alumnos, al observar sus propias ejecuciones y poder corregir los errores con ayuda del profesor o sus compañeros (Cabero Almenara, 1998; Torres, 2009).

En la propuesta además se suma la dramatización, ya que los alumnos actúan en los vídeos que presentan. En este sentido, Calvo (2011) señala que la interpretación es un recurso didáctico utilizado en la educación española, asociado al estudio de la literatura, los idiomas o a la educación física. En el campo científico el teatro se utiliza menos, y si bien es verdad que cada vez existe más teatro científico, la mayoría está concebida para un público infantil. Sin embargo, permite trabajar de forma clara la competencia lingüística y un mayor procesamiento del tema tratado en conexión con la vida cotidiana.

En segundo lugar, durante el prácticum llevé a cabo una práctica de germinación. Se pueden designar como trabajos prácticos aquellas actividades en las que el alumnado debe utilizar determinados procedimientos para resolverlas, bien relacionados con el trabajo de laboratorio o de campo, o, en un sentido más amplio, con la resolución de problemas científicos. Los trabajos prácticos suponen la articulación de diversos tipos de actividades mediante un enfoque integrado en el que la teoría y la práctica se entrelazan en un tratamiento conjunto (Del Carmen, 2011; Fernández, 2013).

Simplificando mucho otras clasificaciones que encontramos en la literatura, Domènech-Casal (2003) divide los trabajos prácticos en dos tipos básicos: por un lado, actividades descriptivas o ilustrativas, de transmisión de conocimiento, con énfasis en la demostración y la manipulación instrumental y protagonismo del objeto y, por otro lado, actividades investigadoras, con énfasis en el proceso de creación del conocimiento científico y protagonismo del sujeto.

Del Carmen (2011) plantea que la importancia de este tipo de actividades en la enseñanza de las ciencias se ha destacado por diferentes motivos: ayudan en la comprensión de los planteamientos teóricos de la ciencia y de cómo se elabora el conocimiento científico, facilitan el desarrollo del razonamiento por parte del alumnado y el aprendizaje de los procedimientos científicos, aportan la base para la formación de actitudes relacionadas con el conocimiento científico (curiosidad, confianza en los propios recursos, apertura hacia los demás, ...) e incrementan la motivación hacia las ciencias experimentales. Ahora bien, ¿por qué es importante partir de la experiencia? La actividad científica está guiada por la finalidad de explicar, de entender cómo y por qué sucede algo; la actividad científica escolar sólo puede estar guiada por este tipo de objetivos. Muchas de las dificultades de los alumnos se explican por la dificultad en conectar aquello de lo que se habla en clase con su experiencia. Para que el alumnado llegue a ser capaz de explicar los fenómenos del mundo que les rodea utilizando modelos es necesaria la referencia concreta a hechos compartidos. Las prácticas nos ayudan a compartir objetivos y acordar qué queremos aprender a explicar (Sanmartí, Márquez y Gracia, 2002).

El análisis de la naturaleza de los trabajos experimentales que el profesorado de secundaria lleva a cabo en el laboratorio demuestra que se trata, en su mayoría, de prácticas de verificación o ilustración de fenómenos y de desarrollo de técnicas de laboratorio (Grau, 1994). En este tipo de prácticas, que se realizan de acuerdo con un guión estipulado, el experimento se reduce a la reproducción de un fenómeno en condiciones controladas con el objeto de demostrar algún concepto teórico previamente enseñado con la observación empírica. Estos trabajos experimentales han primado en la enseñanza de las Ciencias Naturales en los últimos años contribuyendo a la común deformación que identifica a la metodología del trabajo científico con la exclusiva realización de los experimentos (Nieto et al., 2005; Fernández, 2013). En ellas, el alumnado consume una buena parte del tiempo haciendo tareas cerradas de un bajo nivel de indagación como observaciones, cálculos, manipulando aparatos y describiendo resultados. En relación, los educadores encuentran que los estudiantes realizan las

prácticas sin apenas comprender el objetivo del experimento o las razones que han llevado a seleccionarlo, y con escaso entendimiento de los conceptos subyacentes, siguiendo los guiones como “recetas” (Grau, 1994; Nieto et al., 2005). En el caso concreto del experimento de germinación se realiza de forma tradicional desde la escuela, pero se reduce a una observación descriptiva de la evolución de la planta, a poner nombre a sus partes, y quizás a registrar cuantitativamente algún aspecto del crecimiento (Márquez y Pedreira, 2005).

Los trabajos de laboratorio como simples manipulaciones resultan insuficientes. Las investigaciones sobre prácticas de laboratorio han generado un amplio consenso en torno a la conveniencia de orientarlas de acuerdo con el modelo de aprendizaje de las ciencias como investigación orientada. Resulta fundamental que los estudiantes tengan ocasión de participar en la elaboración de diseños experimentales, pues carácter de simple receta y su énfasis en la realización de mediciones y cálculos, plantea la ausencia de muchos de los aspectos fundamentales para la construcción de conocimientos científicos tales como la discusión de la relevancia del trabajo a realizar y el esclarecimiento de la problemática en que se inserta, el planteamiento de hipótesis, la solución de las dificultades que surjan durante la actividad experimental, el análisis de los resultados obtenidos, y todo lo que desarrolla la imaginación y la creatividad en los alumnos (Nieto et al., 2005; Carrascosa, Gil, Vilches y Valdés, 2006). La práctica planteada durante el prácticum se intentó orientar desde este punto de vista, cediendo a los alumnos autonomía para realizar sus propios diseños, sin establecer un guión totalmente pautado.

No obstante, se ha constatado la existencia de dificultades para que el alumnado lleve a cabo trabajos prácticos de indagación, que aumentan al ceder el diseño y la planificación del trabajo a realizar. Pero también se relacionan con los conceptos implicados en la investigación y los procedimientos (en función del tipo y número de variables o las técnicas experimentales que deben aplicarse) (Grau, 1994). Los problemas que muestran los estudiantes de Bachillerato durante los trabajos prácticos de indagación descritos en la bibliografía son variados. Ferrés, Marbà y Sanmartí (2015) señalan que aparecen ya desde los primeros pasos, con formulación de una pregunta investigable, y se incrementan en la formulación de hipótesis, la identificación de variables y el diseño de experimentos. Mientras que, para otros autores (Ansón y Bravo, 2017) las principales dificultades aparecen en el registro e interpretación de datos y en la obtención de conclusiones en base a los resultados obtenidos, así como en la búsqueda y selección de información. En cualquier caso, podemos suponer que una de las causas por las que los bachilleres tienen dificultades para realizar estos trabajos de investigación abierta es la falta de actividades de un nivel inferior de indagación en niveles previos (Ferrés et al., 2015).

### **III.5. ACTIVIDADES DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA**

#### **A) CONTEXTO**

El aula de seguimiento corresponde a los alumnos del grupo de Ciencias de la Salud y Humanidades (1º de Bachillerato B) que cursan la asignatura optativa Biología y

Geología. En este grupo hay un total de 17 alumnos que cursan la materia (6 chicos y 10 chicas). Hay un alumno que procede de la escuela de adultos, el resto no son repetidores.

Se tiene acceso a todos ellos ya que disponen de acceso a un ordenador o móvil con conexión desde el que realizar sus trabajos, aunque hay algunos alumnos que jamás responden. Ante la ausencia de evaluación, algunos alumnos pasaron a dejar de realizar las actividades, otros continuaron con gran implicación en todas las tareas, y el resto de los grupos adoptaban una postura intermedia, según el día.

El nivel académico general es bueno; concretando en sus competencias digitales, de gran importancia para afrontar la situación actual, son medias. Los alumnos no habían ido al laboratorio durante el curso. El grupo tiene buena actitud en general, caracterizándose por ser muy participativo durante las clases en el centro, como pude ver al asistir durante el primer periodo del prácticum. Si bien algunos alumnos no muestran ningún interés en la asignatura, lo habitual es que sean buenos alumnos con ganas de aprender cosas nuevas, mostrando especial atención a aquellos datos relacionados con la vida cotidiana que el docente habituaba a aportar en clase.

En general, los alumnos del grupo se han adaptado bien a la nueva situación, aunque con mala organización por parte de algunos de ellos, como indicaron tanto el profesor como los propios estudiantes. La nueva situación con respecto al curso escolar les ha hecho sentir agobiados, aburridos y frustrados. En lo referente al ámbito familiar, todos los alumnos del grupo indican que sienten que su entorno les apoya en sus estudios e indican tener un lugar de estudio apropiado en sus hogares.

## **B) CONTENIDOS**

En esta propuesta didáctica se abordan los contenidos correspondientes a la función de nutrición en los vegetales del Bloque 5 denominado *Las plantas: sus funciones y adaptaciones al medio* del currículo de la materia de Biología y Geología de 1º de Bachillerato. Además de estos contenidos, se repasan algunos de los conceptos correspondientes a las funciones de relación (los tropismos) y reproducción (la germinación) en vegetales de dicho bloque.

Para la función de nutrición en concreto, que es la que nos interesa al constituir la base de la propuesta didáctica, encontramos que los contenidos a tratar son los siguientes:

- ✓ Proceso de obtención y transporte de los nutrientes.
- ✓ Transporte de la savia elaborada.
- ✓ La fotosíntesis.
- ✓ Aplicaciones y experiencias prácticas.

Respecto a las competencias clave, a través de la unidad se trabajan las competencias comunicación lingüística (CLL), matemática y en ciencia y tecnología (CMCT), digital (CD), de aprender a aprender (CAA) y de sentido de la iniciativa y el espíritu emprendedor (CIEE). Se especifican las competencias trabajadas en la tabla 1.

*Tabla 1. Justificación de las competencias desarrolladas en las actividades propuestas*

<b>CCBB</b>	<b>Actividad</b>	<b>Justificación</b>
<b>CMCT</b>	1, 2 y 3	Se han desarrollado contenidos disciplinares de biología. Se han utilizado conceptos básicos sobre las plantas para interpretar fenómenos naturales y se han conectado con sucesos de actualidad para facilitar la adquisición de conocimientos.
<b>CCL</b>	1	A través de la grabación de los vídeos se trabaja la expresión oral para la divulgación de conocimientos, en relación con la dramatización. Cada tipo de vídeo y cada personaje implica un contexto diferente, lo que supone adaptar el registro del lenguaje a una determinada situación comunicativa. Además, se debe utilizar el diálogo constructivo para crear el vídeo en pareja.
<b>CD</b>	1	Debido al confinamiento, esta competencia resulta clave en todo momento para la comunicación, tanto con el docente como dentro del grupo de trabajo. Más allá, el alumno utiliza los recursos tecnológicos para la resolución de la actividad 1 planteada. Tiene que buscar la información, procesarla de forma crítica y finalmente crear contenido audiovisual, utilizando aplicaciones digitales de edición.
<b>CIEE</b>	1 y 2	Para la puesta en marcha de ambas actividades, resultan de vital importancia la planificación y la resolución de problemas. Los alumnos deben tomar decisiones partiendo de los conocimientos que poseen. Además, para el diseño de los vídeos y de las experiencias prácticas se actúa de forma creativa y autónoma.
<b>CAA</b>	2 y 3	En la actividad 2, el estudiante debe planificar cómo resuelve la tarea y supervisar sus propias acciones. Al escoger cada uno su ensayo, se incita la curiosidad de aprender y se les hace protagonistas del proceso. Los alumnos razonan y elaboran hipótesis. Una vez finalizada la práctica, cada uno evalúa el proceso que ha llevado a cabo y reflexiona sobre los errores cometidos. Tras la preocupación inicial por el desarrollo de sus plántulas y la libertad en la práctica, los estudiantes desarrollan la percepción de auto-eficacia y la paciencia. En la actividad 3, los estudiantes repasan los contenidos aprendidos, pudiendo recurrir a la consulta de diversas fuentes en caso de necesidad, y buscan aquellos que no habían estudiado previamente.

### **C) CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE**

La tabla 2 hace referencia a los criterios de evaluación, los estándares de aprendizaje evaluables recogidos en la Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo. Así mismo, se relaciona cada uno con la competencia clave que se trabaja a través del mismo:



*Tabla 2. Relación de criterios de evaluación, competencias y estándares de evaluación.*

<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>CCBB</b>	<b>E.A.A.</b>
Crit.BG.5.1. Describir cómo se realiza la absorción de agua y sales minerales.	CMCT-CCL	Est.BG.5.1.1. Describe la absorción del agua y las sales minerales.
Crit.BG.5.2. Conocer la composición de la savia bruta y sus mecanismos de transporte.	CMCT-CCL	Est.BG.5.2.1. Conoce y explica la composición de la savia bruta y sus mecanismos de transporte.
Crit.BG.5.3. Explicar los procesos de transpiración, intercambio de gases y gutación.	CMCT-CCL	Est.BG.5.3.1. Describe los procesos de transpiración, intercambio de gases y gutación. Analiza la influencia de algunos factores en esos procesos.
Crit.BG.5.4. Conocer la composición de la savia elaborada y sus mecanismos de transporte.	CMCT	Est.BG.5.4.1. Explicita la composición de la savia elaborada y sus mecanismos de transporte.
Crit.BG.5.5. Comprender las fases de la fotosíntesis, los factores que la afectan y su importancia biológica.	CMCT-CCL	Est.BG.5.5.1. Detalla los principales hechos que ocurren durante cada una de las fases de la fotosíntesis asociando, a nivel de orgánulo, donde se producen. Analiza la influencia de algunos factores en este proceso.
		Est.BG.5.5.2. Argumenta y precisa la importancia de la fotosíntesis como proceso de biosíntesis, imprescindible para el mantenimiento de la vida en la Tierra.
Crit.BG.5.6. Explicar la función de excreción en vegetales y las sustancias producidas por los tejidos secretores.	CMCT	Est.BG.5.6.1. Reconoce algún ejemplo de excreción en vegetales.
		Est.BG.5.6.2. Relaciona los tejidos secretores y las sustancias que producen, indicando algún ejemplo.
Crit.BG.5.7. Describir los tropismos y las nastias ilustrándolos con ejemplos.	CMCT-CCL	Est.BG.5.7.1. Describe y conoce ejemplos de tropismos y nastias.
Crit.BG.5.10. Comprender los efectos de la temperatura y de la luz en el desarrollo de las plantas.	CMCT-CCL	Est.BG.5.10.1. Argumenta los efectos de la temperatura y la luz en el desarrollo de las plantas.
Crit.BG.5.13. Entender los procesos de polinización y de doble fecundación en las espermafitas. La formación de la semilla y el fruto.	CMCT-CCL	Est.BG.5.13.1. Explica los procesos de polinización y de fecundación en las espermafitas y diferencia el origen y las partes de la semilla y del fruto.
Crit.BG.5.17. Diseñar y realizar experiencias en las que se pruebe la influencia de determinados factores en el funcionamiento de los vegetales.	CIEE-CAA	Est.BG.5.17.1. Realiza experiencias que demuestren la intervención de determinados factores en el funcionamiento de las plantas.

## **D) SECUENCIACIÓN**

El primer día, colgué en Slack un cuestionario inicial para establecer las ideas previas de los alumnos respecto a la unidad, así como un formulario con una serie de preguntas para

conocer cómo había sido su adaptación a la docencia online y sus preferencias respecto a las clases de Biología y Geología. Además, subí a la plataforma un resumen del tema, con formato PowerPoint para que los alumnos comenzaran a leerlo.

En cuanto a las actividades, las subí el segundo día a la plataforma digital. Decidí subir todas las actividades a la vez a Slack, puesto que la práctica requería bastante tiempo para que los alumnos pudieran reunir los materiales y ver crecer las plántulas. Así, mientras iban viendo el desarrollo de las plántulas, los alumnos pudieron ir grabando los vídeos.

Esta unidad era la última que los alumnos iban a trabajar por lo que dispuse de tiempo para poder llevarla a cabo. En cualquier caso, intenté no realizar un número excesivo de actividades ya que los alumnos se mostraban estresados a causa del confinamiento. Los plazos para las entregas fueron amplios, tal y como mi tutor del prácticum había establecido para tareas previas. La temporalización semanal se escogió en función de las preferencias de los alumnos, que mostraron acuerdo con las fechas de entrega. Finalmente se hizo un cuestionario final para comprobar si se habían modificado las ideas emitidas en el cuestionario inicial y si se comprendían los nuevos conceptos trabajados.

*Tabla 3. Secuenciación de las tareas realizadas durante la propuesta.*

PERIODO	SECUENCIACIÓN DE LA TAREAS Y ACTIVIDADES
<b>Primera semana</b>	- Los alumnos completaron el cuestionario inicial de ideas previas.
	- Los alumnos leyeron el resumen teórico en PowerPoint y el libro.
	- Actividad 1: TV y nutrición vegetal. Los alumnos buscaron la información necesaria para la elaboración de los guiones de los vídeos. Añadí indicaciones de mejora en los documentos de los guiones y los alumnos aplicaron las correcciones.
	- Actividad 2: práctica de germinación. Cada estudiante diseña sus experimentos, elige los materiales y comienza la toma de datos (en función de la organización de cada alumno).
<b>Segunda semana</b>	- Actividad 1: TV y nutrición vegetal. Los alumnos graban y editan los vídeos. Entregan el audiovisual final.
	- Actividad 2: práctica de germinación. Continúan la toma de datos y completan el cuestionario de la práctica. Entregan los informes.
<b>Tercera semana</b>	- Actividad 2: práctica de germinación. Añadí preguntas sobre los informes individuales entregados para que los alumnos profundizaran más en sus respuestas. Reflexionaron sobre sus experimentos y trabajos individuales. Corrigieron y entregaron los informes mejorados.
	- Actividad 3: cuestionario de repaso final. Los alumnos completaron el formulario y subí las soluciones para que evaluaran sus respuestas.

## E) MATERIAL Y RECURSOS

Los alumnos utilizaron durante toda la propuesta el libro de texto, como hacían habitualmente. Además, les proporcioné un resumen en formato de PowerPoint como

apoyo. Utilicé este formato para poder añadir un mayor número de imágenes. Por un lado, con el resumen reducía la información del libro a unos contenidos mínimos y repasaba algunos conceptos que habían estudiado en unidades anteriores. De esta forma pretendía ayudar a los alumnos en la selección de la información más relevante a la hora de la producción de sus vídeos. Por otro lado, puesto que en el libro se olvidaban las sales minerales llegados a la fotosíntesis, incluí su función como aporte de elementos para la formación de los nutrientes orgánicos. De esta forma, utilizaba un modelo en la fotosíntesis que integraba la síntesis de todos los nutrientes orgánicos de las plantas como productores primarios para evitar incoherencias como la aparición y la desaparición constante de las sales minerales a conveniencia. Asimismo, también añadí aclaraciones para explicar brevemente conceptos de la unidad de histología que los alumnos no habían trabajado, y un apartado final para relacionar la fotosíntesis con la respiración celular.

Además, otros materiales y recursos necesarios en la propuesta fueron:

- Dispositivo electrónico con conexión a Internet para completar los formularios, la búsqueda información y edición de vídeos.
- Dispositivo electrónico como móvil o cámara para grabar los vídeos (actividad 1) y tomar datos (actividad 2).
- Recipientes, algodón, semillas (judías, lentejas...), regla. Otros como tierra y abono en función de las posibilidades de los alumnos (actividad 2).

## **F) METODOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES**

Desde esta perspectiva actual del alumnado como elemento activo en su proceso de construcción de conocimiento y centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, el currículo promueve que los alumnos asuman un mayor protagonismo, autonomía y responsabilidad a lo largo de la materia, mediante un aprendizaje significativo, ligado a la vida y favorecedor de posteriores aprendizajes. Considerando el currículo, se han utilizado metodologías activas que sitúan al alumno como protagonista del proceso y al docente como guía del mismo. Durante la propuesta didáctica, los estudiantes investigan para responder cuestiones, construyen conocimiento y comunican su aprendizaje. El foco del aprendizaje se sitúa en el alumno, intentado responder a cuestiones planteadas por el profesor (actividades 1, 2 y 3) o generadas por el estudiante (actividad 2). Se pretende que la unidad se desarrolle partiendo de ejemplos de la vida diaria, conectando los contenidos con el mundo que nos rodea.

Mediante metodologías más prácticas centradas en el desarrollo de habilidades de investigación que demuestran una mayor implicación y motivación del alumnado (Romero-Ariza, 2007) se busca combatir el desinterés de los estudiantes, especialmente considerando el cambio actual en el aprendizaje y la evaluación con el paso de las clases presenciales a la docencia virtual.

## ACTIVIDAD 1: TV Y NUTRICIÓN VEGETAL

**Participantes y agrupamiento:** Clase de Biología y Geología de 1º de Bachillerato. Se trabaja por parejas. 15 alumnos realizaron la actividad.

### **Objetivos:**

- Adquirir conocimientos sobre algunos aspectos de nutrición vegetal, conectados con el mundo real.
- Trabajar la organización, búsqueda de información y difusión de los conocimientos.
- Utilizar herramientas de edición digital.
- Desarrollar la expresión oral y la creatividad.

**Metodología:** La metodología utilizada se sitúa en el aprendizaje por indagación al requerir la aplicación de conocimientos y la investigación en diversas fuentes para explicar los fenómenos señalados o responder a otras cuestiones planteadas. Como método de divulgación de los conocimientos se utiliza la elaboración de un audiovisual, que relaciona la materia con el mundo real. Se busca superar la docencia magistral basada en la transmisión de conocimientos elaborados, con la elaboración de un producto final por los alumnos, que construyen conocimiento por sí mismos de manera supervisada.

**Desarrollo:** Se presenta en la plataforma Slack una lista de vídeos, compuestos parte teórica en referencia a los contenidos de la unidad y, relacionada, una segunda parte de aplicación de dicho contenido teórico que deben investigar (tabla 4). Se asigna también a cada vídeo el estilo de un programa televisivo. El grupo se distribuye en parejas que escogen uno de los vídeos de la lista. Deben comunicar en un único vídeo el contenido teórico y el investigado, ajustándolo al tipo de vídeo indicado. En primer lugar, los estudiantes deben ejecutar un trabajo de búsqueda bibliográfica y entregar un guión del vídeo, donde confluyen aspectos técnicos y creativos. El profesor verifica que la actividad se ha comprendido correctamente con el guión y añade las correcciones en los documentos con los guiones entregados por los alumnos. Una vez han solucionado las correcciones, los alumnos proceden a grabar el vídeo. Se recomienda el uso de complementos y se permite la colaboración de los familiares en los audiovisuales.

*Tabla 4. Descripción de los vídeos propuestos durante la actividad 1.*

Tipo de vídeo y título	Contenido del vídeo y su relación con los criterios de evaluación
1. Programa de jardinería. ¿Puedo regar las plantas con agua del mar?	Explicar cómo se produce la absorción de agua por ósmosis (Crit.BG.5.1) y si se ve afectado este proceso al regar las plantas con agua salada. Explicar qué son y qué caracteriza a las plantas halófilas.
2. Anuncios publicitarios Fertilizantes con micorrizas. Abonos con bacterias del género <i>Rhizobium</i>	Describir cómo ocurre la absorción de sales minerales en las plantas (Crit.BG.5.1). Presentar qué son las micorrizas y los beneficios que aportan a la planta. Defender un abono con <i>Rhizobium</i> frente a los abonos nitrogenados.

<b>3. Informativos.</b> Aumento de <i>Xylella fastidiosa</i>	Describir la composición de la savia bruta y sus mecanismos de transporte (Crit.BG.5.2.). Ver cómo afecta <i>Xylella</i> al xilema de la planta, cómo esto repercute en ella a nivel global y sus problemas en la agricultura.
<b>4. Reportaje.</b> ¿Qué opina la gente? ¿Es peligroso dormir con plantas?	Explicar los procesos de intercambio de gases (Crit.BG.5.3). Exponer opiniones sobre si es peligroso dormir con plantas y argumentar cuál es la correcta.
<b>5. Entrevista.</b> Van Helmont nos habla de su sauce.	Definir la fotosíntesis y su importancia biológica (Crit.BG.5.5.). Describir el experimento de Van Helmont y el error que cometió al olvidar el papel del CO <sub>2</sub> en el aumento de masa del vegetal.
<b>6. El tiempo.</b> La llegada del otoño. ¿Por qué cambian las hojas de color? ¿Por qué se caen?	Comentar las fases de la fotosíntesis (Crit.BG.5.5.). Explicar la caída de las hojas, en relación a su función y la disminución de su necesidad el otoño. Explicar los pigmentos y cómo afecta el otoño a la clorofila.
<b>7. Concurso de televisión.</b> Los cambios de velocidad de la savia bruta.	La composición de la savia elaborada y sus mecanismos de transporte (Crit.BG.5.4.). Repasar algunos conceptos a través del concurso. Comparar la velocidad de la savia elaborada en las estaciones y a qué se deben sus cambios.
<b>8. Documental. Así se hace.</b> De la planta a los chicles o los preservativos.	Explicar la excreción en los vegetales (Crit.BG.5.6.) Describir cómo se fabrican algunos productos en base a sustancias vegetales como la resina y el látex.

## ACTIVIDAD 2: PRÁCTICA DE INDAGACIÓN GUIADA PARA EL ESTUDIO DE LA GERMINACIÓN Y EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS

**Participantes y agrupamiento:** Clase de Biología y Geología de 1º de Bachillerato. 14 alumnos entregaron la actividad. Se realiza de forma individual.

### **Objetivos:**

- Observar el efecto de la ausencia de luz en la germinación y el desarrollo de la plántula.
- Diseñar y ejecutar de forma autónoma experiencias en las que se pruebe la influencia de otros factores en el funcionamiento de los vegetales.
- Trabajar destrezas de investigación como la organización, la fijación de variables, la presencia de controles y la toma de datos.
- Incentivar a los alumnos a plantear hipótesis para explicar sus resultados experimentales y relacionar sus ensayos prácticos con los contenidos teóricos.

**Metodología:** La práctica se plantea como un acercamiento al trabajo científico, mediante la indagación guiada. En base a esta metodología, el profesor apoya al estudiante para resolver la pregunta de investigación que previamente le fue asignada, los materiales son seleccionados con antelación y se les proporciona a los estudiantes una serie de

cuestionamientos que les permiten guiar su investigación. Tal y como se recomienda, para estructurar una actividad práctica por indagación (Fernández, 2013), se incluye una fase de diseño y planificación, una fase de realización, una fase de reflexión y una fase de elaboración de informe. Las dos últimas fases se realizaron de forma simultánea.

En esta práctica, en la primera parte, el profesor formula el objetivo a investigar y aporta apoyo para el diseño del experimento. Los alumnos realizan la recogida de datos, el análisis de los resultados y responden cuestiones. En la segunda parte de la práctica se aumenta la autonomía de los alumnos, con la participación de los mismos en el diseño de los experimentos. Han de seleccionar el objetivo del estudio, organizar el ensayo, realizar la recogida y análisis de datos y establecer las conclusiones en base a estos.

**Desarrollo:** En el primer experimento los alumnos deben sembrar en casa dos recipientes con semillas encima de algodón. En este caso, el objetivo es estudiar el efecto de la luz en la germinación y el desarrollo de la plántula. Para ello se utilizan dos recipientes, de forma que uno recibe luz (recipiente A) y otro permanece en oscuridad (recipiente B). Gracias a esta experiencia se combaten las ideas alternativas que señalan la necesidad de luz y/o tierra para la germinación, que entraban en las hipótesis iniciales de los alumnos en el cuestionario de evaluación inicial. Además, se pueden observar diferencias entre el desarrollo de ambos recipientes, permitiendo valorar el papel de la clorofila y la necesidad de luz durante su síntesis. En el segundo experimento son los alumnos quienes diseñan una experiencia que permita estudiar el efecto de otra variable en la germinación o crecimiento de la planta. Para completar la tarea deben entregar las siguientes preguntas:

*Tabla 5. Cuestionario de la actividad práctica sobre germinación y crecimiento.*

Cuestiones experimento 1	Cuestiones experimento 2
1. Adjunta tus resultados	1. ¿Qué variable has estudiado?
2. ¿Pueden las plantas germinar sin luz? ¿Qué diferencias encuentras entre el recipiente que se encuentra en oscuridad y aquel que recibe luz?	¿Cuál es el objetivo de tu experimento?
3. ¿Se observa tropismo en algún recipiente?	2. ¿Qué material has utilizado para llevarlo a cabo?
4. ¿Podrían las plantas del recipiente A completar su desarrollo con luz si permanecen en algodón? ¿Por qué?	3. ¿Qué procedimiento has seguido?
5. ¿Podrían las plantas del recipiente B completar su desarrollo sin luz si permanecen en algodón? ¿Por qué?	4. ¿Qué resultados has obtenido?
6. ¿Qué ocurre al colocar el recipiente que había permanecido en oscuridad bajo luz unos días?	5. ¿Qué conclusión que has podido extraer, respecto al objetivo y el factor que has estudiado?

Los informes iniciales entregados estaban poco justificados y la reflexión era superficial, por lo que se incluyeron nuevas cuestiones sobre ellos para aumentar la reflexión de los estudiantes acerca de las experiencias que habían realizado y mejorar sus respuestas del

cuestionario. Con estas indicaciones se hacía pensar a los alumnos de modo que establecieran hipótesis inductivas para explicar los resultados obtenidos y los relacionaran con la teoría o se cuestionaban sus conclusiones o el diseño de sus ensayos, por la ausencia de controles y la influencia de varias variables en los resultados. Teniendo en cuenta las nuevas preguntas, personalizadas según el trabajo inicial, cada alumno entregó un segundo informe más completo y reflexionado. Algunas de las preguntas añadidas fueron:

- Experimento 1: ¿Realizan las semillas la fotosíntesis? ¿Por qué han germinado las semillas en oscuridad? ¿Actúa la semilla como fuente o como sumidero? ¿A qué crees que se debe que las plántulas en oscuridad crezcan más rápido, presenten colores diferentes, tengan forma de gancho? ¿Qué aportaría la tierra que no presente el algodón? ¿Por qué son necesarias las sales para el crecimiento de la planta? ¿Puedes afirmar con certeza que tus plantas han muerto por esta causa o es una suposición?
- Experimento 2: ¿Qué control has utilizado en tu experimento? ¿Por qué razones que tus plantas no han germinado si se puede ver la radícula? ¿Solo hay diferencias de temperatura entre las plantas de dentro y fuera de la nevera? ¿Por qué crees que la planta germina antes con más agua? ¿Puede influir la cantidad de algodón en tus resultados? ¿Con solo una semilla consideras fiable tu conclusión? ¿Puedes utilizar la teoría del libro para apoyar tu conclusión? ¿Has estudiado todas estas variables (agua, temperatura, plagas...) para poder llegar a una conclusión sobre ellas?

### ACTIVIDAD 3: CUESTIONARIO DE REPASO FINAL

**Participantes y agrupamiento:** Clase de Biología y Geología de 1º de Bachillerato. 16 alumnos contestaron el cuestionario. Se propone para completarlo de forma individual.

#### **Objetivos:**

- Animar a los alumnos a repasar y estudiar los conceptos teóricos del tema.
- Evaluar diversos casos prácticos propuestos.

**Metodología:** La actividad se basa en el uso de las TIC, mediante un formulario de Google, para reforzar los contenidos teóricos previamente estudiados en la unidad.

**Desarrollo:** La última actividad propuesta fue la realización de un cuestionario final (<https://forms.gle/DPAqDnoS4puquxjGA>). En él se plantean las preguntas de la evaluación inicial que presentaban más fallos, junto con algunas preguntas del nuevo contenido de nutrición vegetal de Bachillerato, a través un test y preguntas cortas. La actividad estaba pensada, además de para ver si se habían modificado las ideas previas emitidas y conocer aprendizaje de los alumnos de cara a valorar la propia propuesta didáctica, para animar a los alumnos a repasar el tema. Después se presentan tres casos prácticos, en los que deben analizar dos diseños prácticos y finalmente diseñar un ensayo para ver cómo afecta la acidez del suelo a las plantas. Por último, hay una pregunta final en la que deben investigar por qué se realiza el raleo de frutos, relacionándolo con la teoría estudiada. De esta forma se evalúan también las actividades 1 y 2 de la propuesta

### **III.6. RESULTADOS Y EVALUACIÓN**

#### **➤ RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS**

A continuación, se presentan los resultados de la intervención a través del análisis de las producciones de los alumnos (vídeos, informes de prácticas y cuestionario final).

##### **Actividad 1: vídeos de los alumnos**

Han entregado los vídeos 15 alumnos. En varios de los vídeos se ve la implicación de las familias en el proceso educativo. Inicialmente los guiones entregados estaban ya bastante completos, incluyendo tanto la investigación realizada para responder a las preguntas planteadas en cada vídeo como la explicación de los conceptos de la unidad. Entre las fuentes bibliográficas utilizadas se incluían Wikipedia, páginas de agricultura, periódicos, revistas de divulgación científica, el libro de texto y el PowerPoint proporcionado.

Los resultados obtenidos en los vídeos son variados, pero podemos diferenciar dos tipos de vídeo. En primer lugar, aquellos que decidieron dividir el vídeo en dos fragmentos con la intervención una persona diferente en cada uno. En estos vídeos el contenido se había enlazado de una forma más superficial, y se notaba una menor comunicación en la pareja sobre el contenido del vídeo. Por ejemplo, en el vídeo 2 uno de los alumnos explica la absorción de sales en la planta y otro lee las ventajas de los abonos, por lo que estos conceptos no se acaban de enlazar. También ocurre en el vídeo 4, en el que el primer alumno comenta que “la fotosíntesis se realiza de día y la respiración de noche” mientras que su pareja rebate esta idea, lo que muestra que no han visto el vídeo completo.

En segundo lugar, aquellos vídeos en los que se habían realizado más intervenciones intercaladas, uniendo un mayor número de fragmentos para formar el audiovisual, o en los que se colaboraba con familiares. En estos vídeos se aprecia una elaboración del vídeo más trabajada. Por ejemplo, en el vídeo 5 en el que el presentador viaja en el tiempo para entrevistar a Van Helmont, al que acaba explicando el posterior descubrimiento del papel del CO<sub>2</sub> en la fotosíntesis, o en el vídeo 1, en el que una alumna comenta con sus padres por qué no se pueden regar las plantas con agua salada explicándoles la ósmosis, situando el vídeo en una playa para introducir las plantas halófilas. Por tanto, el uso del diálogo en el contenido audiovisual ha conllevado una mayor implicación de los alumnos y una mejor comprensión del contenido, al requerir reescribir la teoría y contextualizarla en más profundidad. También es el caso del vídeo 2 en que los alumnos explican a través de una noticia por qué un aumento de *Xylella* estaba afectando a los agricultores españoles al bloquear el xilema de los olivos, o el vídeo 6 en el que se relacionan las horas de luz y temperaturas de otoño con la disminución de la fotosíntesis y la rentabilidad de las hojas.

##### **Actividad 2: informes de prácticas (inicial y final)**

Para el experimento 1, las respuestas de los alumnos fueron en general correctos, aunque superficiales. Cabe destacar que inicialmente los trabajos mostraban sorpresa antes los resultados obtenidos, pero los alumnos no intentaban explicar las diferencias observadas



entre las plántulas germinadas en luz y oscuridad. En la mayor parte de los informes se señalaban las diferencias en la longitud y el color de las plantas.

Se justificaba la germinación en ausencia de luz en función de los resultados obtenidos, pero sólo 3 alumnos lo relacionaban con “la presencia de nutrientes en la semilla”, “reservas para casos donde no haya luz” y “energía proveniente de la semilla”. Así, a nivel teórico inicialmente no parecían conscientes de que las semillas utilizan las sustancias de reserva para nutrirse durante esa fase vital, coincidiendo con Maguregui (2011). En general, el alumnado no especifica los conceptos, limitándose a utilizar términos como “nutrientes” o “alimento”. Respecto a si las plantas podrían completar su desarrollo en el algodón, inicialmente 9 alumnos señalan la necesidad de tierra, de ellos solo 4 concretan en la necesidad de sales minerales. Uno de los estudiantes indica que la tierra “aporta todo lo que necesita” a la planta. El resto de la clase comenta que podría completar su desarrollo en algodón al recibir luz que permite realizar la fotosíntesis, o en caso contrario que no podrían completar su desarrollo al no poder germinar con luz, en los casos de 2 alumnos a los que sólo las plantas en oscuridad se les habían desarrollado.

Tras realizar una mayor reflexión a través de la evaluación formativa, los informes presentados finalmente estaban mucho más completos, todos ellos mencionaban la presencia de reservas en la semilla y necesidad de sales minerales para el crecimiento. En este caso todos alumnos establecían hipótesis o aportaban datos teóricos para estudiar los resultados obtenidos. Por ejemplo, respecto a las plantas germinadas en oscuridad que “sus brotes son más alargados ya que intentan buscar la luz”, que “tienen un color amarillento en las hojas, ya que no producen clorofila, porque su producción es necesario que la planta reciba luz solar” o que “las hojas que tenían las plántulas estaban hacia abajo, no como las del recipiente A que sus hojas estaban abiertas para captar la luz”.

Respecto a la segunda parte, el experimento 2, los resultados muestran que, coincidiendo con la bibliografía (Maguregui, 2011; Ferrés et al. 2015), si bien los alumnos eran capaces de establecer un el objetivo a investigar, observar los resultados de forma detallada y llevar a cabo la toma de datos, encontraron problemas a la hora de aislar algunas de las variables a investigar y en la formulación de conclusiones. Los principales fallos del diseño de las experiencias se encontraban al no señalar cuál era el control utilizado o recurrir a un control inadecuado. Esto ocurría especialmente en aquellos que habían estudiado la temperatura introduciendo uno de los recipientes en la nevera, influyendo así dos variables (luz y temperatura). Tras guiar a los alumnos en el uso del control o indicar la posibilidad de diferenciar las necesidades de agua para dos situaciones separadas, estos problemas se solventaron. Otra dificultad a destacar es que las conclusiones eran poco concretas y no correspondían con los objetivos. Esto puede deberse a que los alumnos no han realizado más prácticas durante el curso, o a su frecuente planteamiento como pasos a seguir en anteriores etapas escolares.

Por parte de los alumnos, señalan problemas a la hora de plantar las semillas en casa de forma autónoma, así como decidir la cantidad de agua para regarlas, aspecto que indicaron

poner en común por su grupo de WhatsApp. De hecho, algunos alumnos exteriorizan haber tenido que plantar varias veces las semillas.

### **Actividad 3: Cuestionario final**

La primera y segunda parte (test y preguntas cortas) del cuestionario final corresponden con las preguntas del cuestionario inicial y los conceptos teóricos de la unidad. Por un lado, al comparar las preguntas con las del cuestionario inicial, podemos señalar algunas consideraciones. Frente a la disparidad de respuestas iniciales, en el cuestionario final, a excepción de un alumno, todos sitúan la fotosíntesis en el cloroplasto. Seguramente sólo fuera necesario repasar este contenido para recordarlo.

El número de estudiantes que piensan que fotosíntesis se realiza por el día y la respiración por la noche ha pasado del 62,5% al 17,6% de los alumnos. Del mismo modo, ahora señalan que las plantas respiran de día y de noche. Este cambio es posible que se deba a que les recomendé repasar una tabla que había realizado en el PowerPoint donde se comparaban ambos procesos. Sin embargo, la pregunta acerca de si las plantas realizan la fotosíntesis de día o de noche ha cambiado negativamente. Los alumnos pasan de pensar todos en la imposibilidad de realizar la fotosíntesis sin luz, a creer que la fotosíntesis se realiza de día y de noche. Probablemente este fallo se deba a la introducción de las fases de la fotosíntesis, con la denominación “fase oscura”.

Al preguntar sobre las necesidades de la planta para realizar la fotosíntesis, la mayor parte sigue indicando la necesidad de luz solar, pero ahora también señalan la necesidad  $\text{CO}_2$  y agua. Sin embargo, cuando más adelante se pregunta si las plantas obtienen todos los componentes inorgánicos que necesitan del suelo, indican que no, situando la causa en la luz solar o el agua (solo 5 en el  $\text{CO}_2$  atmosférico). Parece que encuentran problemas para diferenciar las moléculas orgánicas e inorgánicas, y algunos piensan que el  $\text{CO}_2$  es una molécula orgánica. Además, siguen creyendo que un crecimiento de la planta se debe a una disminución sustancial de tierra de la maceta. Como comentan González et. al. (1999), esta visión es una muestra más de la dificultad que encierra para el alumno admitir que una sustancia gaseosa a través de un proceso biosintético se transforma en materia vegetal "sólida y observable". Por tanto, interpretan el intercambio de gases entre la planta y el medio, sin valorar cual va a ser su utilización en el vegetal. Los 2 estudiantes que han realizado el vídeo sobre Van Helmont han contestado correctamente, por lo que se podría pensar que este caso es adecuado para plantear estas ideas. En cuanto a las sales minerales, la mitad de los alumnos mencionan su necesidad para la fotosíntesis e indican que las sales aportan elementos que forman parte de las moléculas orgánicas y enzimas, como se les explicó en la práctica, pero para muchos continúa existiendo un eclipse de las sales, y tienen vagas ideas de cuál es su función en el proceso.

Respecto la germinación de las semillas, todos los alumnos conocen la necesidad de agua y ninguno señala como necesaria para la germinación la tierra. Respecto a la luz, sólo está presente en 4 respuestas: 2 de ellas corresponden a alumnos que no habían realizado la práctica por lo que han copiado la respuesta del libro y además han añadido la luz como

factor necesario, y 1 es un alumno que había obtenido una germinación más numerosa en el recipiente al sol. Podemos pensar que la práctica ha ayudado a combatir estas ideas alternativas. En general, siguen sin indicar la necesidad de O<sub>2</sub> para este proceso.

Por otro lado, el resto de preguntas teóricas introducidas en base a los nuevos contenidos de la unidad muestran algunos fallos, pero se observa que los alumnos han utilizado el PowerPoint para contestar, de modo que el cuestionario final ha resultado útil para que lo leyeran. Por último, los casos prácticos los han resuelto bien casi todos los alumnos que habían realizado la práctica. La mayoría han señalado la necesidad de aislar la variable que se quiere estudiar (caso 1) y de utilizar un control sin abono (caso 2). Además, los alumnos diseñan ensayos sencillos para testar la acidez del suelo, regando las plantas con vinagre, alcohol o limón. Igualmente, respondieron bien a la pregunta final de indagación.

### ➤ EVALUACIÓN

He evaluado los conocimientos adquiridos y el trabajo de los alumnos a través de las producciones de los alumnos (guiones, vídeos e informe de la práctica), a cuya elaboración los que los alumnos dedicaron una mayor implicación durante la propuesta didáctica. En base a la metodología utilizada por los alumnos, decidí que utilizar la evaluación formativa. En ambas actividades realicé un seguimiento de los alumnos, de modo que pudieran ir conociendo sus errores y mejorando tanto los guiones de los vídeos como los informes de prácticas entregados inicialmente.

También se utilizó para la evaluación una prueba específica (cuestionario final). En este caso, la razón que me llevó a decantarme por diseñar esta prueba final fue ver si habían adquirido determinados conceptos y de esa forma poder evaluar la propuesta didáctica, así como a mí misma como docente. Posteriormente colgué las soluciones del test para que los alumnos que quisieran también pudieran considerar su progreso.

La evaluación se ha realizado de forma grupal para las producciones audiovisuales, ya que fueron entregadas por parejas, a excepción de un alumno que entregó únicamente su parte del vídeo, y de forma individual para el resto de la unidad.

*Tabla 6. Relación de instrumentos y criterios de evaluación, con las competencias.*

<b>Actividad</b>	<b>Instrumento de evaluación</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Competencias clave</b>
TV vegetal	Guión y vídeo	5.2., 5.3., 5.4., 5.5., 5.6.	CMCT, CCL, CD, CIEE
Práctica semillas	Informe	5.7, 5.10., 5.13., 5.17.	CMCT, CIEE, CAA
Cuestionario final	Cuestionario	5.2., 5.3., 5.4., 5.5., 5.17	CMCT, CAA

Finalmente, para calificar las producciones correspondientes a las actividades 1 y 2, el instrumento utilizado fue la rúbrica (anexo B y anexo C), otorgando porcentajes en función de los aspectos en los que había incidido más. Se tuvo en cuenta la disponibilidad para el trabajo autónomo durante el periodo de confinamiento Considerando la Orden ECD/357/2020, de 29 de abril, por la que se establecen las directrices de actuación para

el desarrollo del tercer trimestre del curso escolar 2019/2020 y la flexibilización de los procesos de evaluación, las dos primeras actividades realizadas durante la propuesta didáctica, tanto de manera individual como en parejas, se utilizaron para matizar al alza la calificación de los alumnos durante la primera y segunda evaluación, junto con las notas del resto de actividades realizadas por mi tutor tras la interrupción de las actividades presenciales. El cuestionario final no lo calificué ya que la propuesta estaba diseñada para la adquisición de contenidos y competencias a través de las dos actividades previas, a las que se dedicó una mayor inversión temporal, y no para realizar una prueba objetiva final.

#### **IV. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA**

En primer lugar, la propuesta ha logrado la implicación de los estudiantes, ya que alumnos que habían dejado de realizar las tareas de otras asignaturas continuaron con los trabajos de Biología y Geología. Y, más allá de motivarles, creo que sirvió para desarrollar más algunas habilidades que no siempre se trabajan durante el curso escolar, como el diseño de experiencias, el análisis de resultados, la organización, la autoevaluación, el manejo de herramientas de edición o la creatividad. Uno de los inconvenientes que encuentro a la propuesta es que al utilizar la indagación los contenidos teóricos trabajados no han sido extensos. De hecho, este es uno de las características que Romero-Ariza (2017) señala en esta metodología, en la que se adquiere un conocimiento más profundo sobre los tópicos trabajados, aunque no un dominio amplio de todos los contenidos evaluables.

Como se reparten los diferentes temas en los vídeos, los alumnos sólo aprenden en profundidad aquellos conceptos que se incluyen en su apartado. Puesto que no se disponía de la posibilidad de compartir los vídeos, una opción útil, aunque menos interesante, habría sido compartir los guiones de trabajo, de modo que todos los compañeros pudieran acceder a ellos, añadiendo preguntas sobre dichos guiones para estimular y comprobar la lectura. En cualquier caso, la actividad tal y como está planteada podría haberse planteado trabajo o proyecto interdepartamental con las materias de lengua y TICs.

Principalmente, considerando los resultados del cuestionario final, habría incidido más en la explicación teórica previa, antes de pasar a la producción de los vídeos y la práctica, incluyendo una tarea inicial en la que se realizaran algunas preguntas que obligaran a los alumnos a revisar una serie de contenidos mínimos de la unidad en su conjunto que les aportara una visión más global del tema. Especialmente, teniendo en cuenta que el papel del CO<sub>2</sub> es olvidado por muchos alumnos, que piensan que el crecimiento de la planta se debe mayoritariamente a componentes de la tierra, considero que el caso de Van Helmont tratado en el vídeo 5 habría sido útil como actividad general para todo el grupo.

En cuando a la práctica, la actividad parece sencilla para que los alumnos comiencen el diseño de experiencias de forma autónoma. Considero que habría sido necesario que los alumnos explicitaran sus hipótesis iniciales previo diseño de los experimentos, no sólo en

la evaluación inicial anónima. Posiblemente sería mejor haber incluido un mayor número de preguntas en el cuestionario que llevaran a una mayor argumentación inicial, así como se podrían añadir cuestiones que hicieran referencia a más conceptos del bloque como los tipos de germinación y cuando acaba la misma, diferenciando más claramente entre germinación y crecimiento, ya que algunos alumnos consideraban que sus plántulas no habían germinado a pesar de que habían emitido la radícula, como en la bibliografía indicaban Olvera y López-Mota (2017) y Jewell (2002). Además, para aquellos alumnos que estudiaron variables continuas como la cantidad de agua se debería haber indicado la posibilidad de realizar medidas con más de dos recipientes, ya que por la configuración de la ficha tendieron a utilizar el diseño de la primera experiencia.

Para la práctica se seleccionó el uso de sustratos artificiales (algodón, papel) al ser más accesibles en la situación de confinamiento a la que se adaptó la actividad. Coincidiendo con Vidal y Membiela (2005), hacer la germinación en tierra, si se dispone, permite conocer el proceso de forma más natural y ligada a lo cotidiano, y habría logrado evitar los problemas (encharcamiento, disgregación del sustrato...) que aparecieron en algunos experimentos. Así, en presencialidad se podrían haber estudiado otros sustratos.

Entre las modificaciones a incluir, creo que sería útil haber contextualizado la práctica para acercar a los alumnos a una verdadera finalidad en el proceso. Por ejemplo, indicando que deben encontrar las condiciones óptimas para poner en marcha una plantación en un contexto concreto. De esta forma se evitaría caer en una visión aproblemática y descontextualizada de la ciencia, en la que no se indican las cuestiones a las que se pretende dar respuesta, ni se discute su posible interés y relevancia social (Carrascosa et al., 2006). Del mismo modo, la práctica habría estado más completa implementando la realización de gráficas, combinando así la ciencia y la tecnología, y acercando más a los alumnos a la realidad científica.

En esta línea, si bien resulta complicado por la situación de docencia virtual, habría sido interesante poner en común los resultados obtenidos, quizá a través de Slack. Intercambiando las experiencias se había llegado a unas conclusiones consensuadas por todo el grupo, pudiendo orientarla como una práctica de investigación de mayor profundidad, más adaptada al nivel de Bachillerato, donde todos los alumnos estudiaran no uno, sino todas aquellas variables que inicialmente creyeran necesarias para la germinación. Esto evitaría mantener una concepción errónea sobre el papel de la luz en la germinación en los casos en los que, por algún motivo, las plántulas de los alumnos no se han desarrollado. Y, de esta forma, se evitaría dar una visión demasiado inductivista, al extraer una conclusión de una única observación individual.

Como punto clave, la actividad ha servido para descartar la idea de que es necesaria la luz o tierra en la germinación, haciendo hincapié en la presencia de reservas en la semilla para nutrirse durante esa fase vital, así como visualizar el valor de la clorofila y la importancia de las sales minerales una vez germina la planta. No obstante, siguen sin indicar la necesidad de  $O_2$ . Aunque el estudio y comprensión de esta variable resulta más

complicado, como se ha constatado en investigaciones similares (Vidal y Membiela, 2005; Maguregui, 2011), se podría haber guiado la práctica con alguna pregunta para que se reflexionara sobre el mismo o diseñaran alguna experiencia para verificar su necesidad.

El papel del profesor durante la intervención consistió en guiar los razonamientos y procedimientos de los alumnos respondiendo a las dudas de los alumnos por Slack o añadiendo correcciones sobre los trabajos, por lo que una de las dificultades de aplicar esta metodología de forma virtual es que es más difícil orientar a los alumnos ya que la comunicación no era fluida. Por otro lado, considero la evaluación formativa ha sido adecuada para la propuesta, pues la corrección de los guiones y los informes por los propios alumnos ha permitido un mayor feedback y aprendizaje.

## **V. CONCLUSIONES**

En primer lugar, decir que el primer periodo de prácticas en el centro me resultó muy útil para conocer el funcionamiento de los centros y su organización, especialmente en un instituto con un gran número de vías como el IES Pilar Lorengar. Es por ello que esperaba formarme más como profesora durante este segundo periodo de prácticas al conocer la dinámica dentro del aula. Como sabemos, debido a la crisis sanitaria esto no ha sido posible y en lugar de entrar en las aulas del centro, hemos entrado en el aula virtual. El desarrollo de las prácticas de manera online no me ha permitido experimentar cómo es enfrentarse a un grupo de estudiantes, para ver si habría sido capaz de solventar sus dudas y dirigir la clase, que eran unas de mis principales preocupaciones respecto a la profesión.

No obstante, resulta imprescindible conocer las posibilidades de las TIC, tanto para los alumnos como para los docentes. Por ello, si bien siento que no he recibido la formación que esperaba, igualmente ha resultado ser una experiencia que contribuye a mi formación. Uno de los aspectos más destacables ha sido aprender a utilizar la plataforma Slack, con la que inicialmente me sentía insegura. Otra de las habilidades en las que he mejorado es mi organización, ya que resultaba clave para poder manejar la clase y responder a los mensajes. Y, finalmente, en la comunicación con los alumnos al tener que esforzarme para dejar las actividades lo más claras posible debido a las dificultades que presenta no poder estar juntos físicamente. Tuve mucha libertad para dirigir las actividades y solucionar las dudas de los alumnos. Estos últimos son los aspectos que me han resultado más difíciles y en los que creo que tengo que seguir aprendiendo como futura docente.

En cuanto a mi intervención, como ya he indicado hay aspectos que se pueden mejorar, pero creo que sirvió para animar a los alumnos a continuar con las tareas al ser actividades que para ellos resultaban más novedosas. Una duda que me planteé al comenzar fue si los alumnos realizarían o no las actividades, pero acabado el prácticum, puedo decir que la participación en las tareas fue mayoritaria. Me animó saber que algunos alumnos que habían dejado el seguimiento de otras asignaturas continuaban con Biología y Geología.

En un primer momento, al recibir las preguntas de los alumnos acerca de la primera de las actividades, me empecé a cuestionar si se trataba de una propuesta demasiado complicada para la situación de confinamiento, tanto para su comprensión como para su realización. De modo que me planteé si habría sido mejor mandar alguna actividad más sencilla y cerrada, de menor creatividad, a las que por mi grado en biotecnología quizá esté más acostumbrada. Explicar la actividad de nuevo me resultó complicado, pero finalmente cuando me entregaron los primeros guiones vi que lo habían comprendido, por lo que mi preocupación disminuyó. De hecho, los propios alumnos indicaron que al principio les costó organizar los vídeos, ya que no habían realizado ninguna tarea similar. Finalmente, les gustó que dejará libertad a la hora de plantear los vídeos, porque durante el proceso les habían ido surgiendo ideas que introducir en los mismos y les había resultado más entretenido. Estoy satisfecha con la actividad, ya que creo que los alumnos han aprendido contenidos del temario, si bien reducidos a unos pocos conceptos, mientras se incentivaban otras habilidades y actitudes relacionadas con el uso de las tecnologías, la expresión oral, la colaboración y la imaginación. Especialmente esta última, que en muchas ocasiones se olvida en las asignaturas de ciencias.

Con la práctica, me inquietó antes de la puesta en marcha si a los alumnos les parecería demasiado aburrida, porque el tutor nos indicó que normalmente no les interesaban demasiado los temas de plantas o, en su caso, demasiado fácil, al relacionarla con actividades de plantar semillas que se realizan en el colegio. Por ello me alegró, tras completar la actividad, que los propios alumnos considerasen que habían aprendido con ella, y con el tipo de evaluación que habíamos realizado. Es más, muchos de ellos nunca habían plantado semillas, por lo que a todos les gustó observar el desarrollo de sus plántulas y poder relacionarlo con la información del libro. Al acabar la práctica algunos me dijeron que habían trasplantando sus plantas a tierra, continuando con la actividad hasta una vez terminada. Por último, tener que corregir trabajos tan diversos, más allá de los resultados obtenidos y el diseño planteado por cada uno, adaptar las indicaciones y evitar acercar la respuesta a aquella que yo daría, sino hacerles pensar, fue más costoso de lo esperado, al igual que calificar a los alumnos, a pesar de utilizar la rúbrica.

En lo referente a las fuentes utilizadas por los alumnos para las actividades no todas ellas eran fiables, ni las habían citado de forma adecuada. Sin embargo, no les enseñé personalmente a buscar en bases de datos científicas o utilizar Google Académico, aunque durante el curso escolar habían manejado la citación para sus trabajos. La validez de la información es problema tanto de los alumnos como de la enseñanza por parte de los profesores (Monereo y Fuentes, 2005), al no explicar cómo buscar o citar la bibliografía.

En general, estoy contenta con el trato recibido por los alumnos y con mi intervención durante las prácticas en estas circunstancias, aunque en caso de volver a enseñar la unidad aplicaría las mejoras comentadas en la evaluación de la propuesta. Tras la intervención, veo que debería haber profundizado antes en la consulta de actividades similares en la bibliografía de didáctica para conocer los problemas que podrían aparecer. Asimismo, me

parece importante probar diferentes metodologías y no estancarse, de cara a comprobar aquellas que funcionan mejor, teniendo siempre en cuenta la dinámica del aula.

Para finalizar la reflexión, me gustaríase a los nuevos espacios de formación que las TIC ofrecen, no podemos sustituir los procesos enseñanza-aprendizaje utilizando únicamente recursos interactivos, ya que la interacción cara a cara con el docente, las actividades grupales y los espacios presenciales de educación y socialización también son fundamentales. De la misma forma, aunque las prácticas me hayan proporcionado experiencia desde una perspectiva diferente, vuelvo a señalar que me he quedado con ganas de hacer prácticas y dirigir la clase presencialmente, uno de los aspectos del máster que considero más útiles de cara a empezar a conocerme a mí misma como docente.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

Angosto, I (2017). *Didáctica de la nutrición vegetal: análisis de los principales manuales de fisiología vegetal y las concepciones de los estudiantes del Máster Universitario de Formación del Profesorado de ESO y Bachillerato de la UCM* [Tesis Doctoral Universidad Complutense de Madrid]. Repositorio Institucional UCM. Recuperado de <https://eprints.ucm.es/49387/1/T40291.pdf>

Anson, J.A. y Bravo, B. (2017). Resultados e implicaciones de una propuesta para promover el desarrollo de las destrezas científicas en un aula de Biología de bachillerato. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 132-151.

Cabero Almenara, J. (1998). Propuestas para utilizar el vídeo en los centros. *Comunicación y Pedagogía: nuevas tecnologías y recursos didácticos*, 152, 120-135.

Calvo, M.A. (2011). Actividad de teatro científico como recurso en la formación de los futuros profesores. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 93-98.

Cano, M. y Cañal, P. (2006). Las actividades prácticas, en la práctica: ¿qué opina el profesorado? *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 47, 9-22.

Cañal, P. (1992) *Módulos didácticos ¿Cómo mejorar la enseñanza sobre la nutrición de las plantas verdes?* Sevilla: Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía

Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 183-208.

Carrascosa, J., Gil, D., Vilches, A. y Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-181.

Charrier, M., Cañal, P. y Rodrigo, M. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), 401-410.



- Colás, M.P., De Pablos, J. y Ballesta, J. (2018). Incidencia de las TIC en la enseñanza en el sistema educativo: Una revisión de la investigación. *Revista de Educación a Distancia*, 18(56), 1-23.
- Del Carmen, L. (2011). El lugar de los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento científico en la enseñanza de la biología y geología. En Cañal, P. (coord.), *Didáctica de la biología y la geología* (pp. 91-108). Barcelona: Graó.
- Domènech-Casal, J. (2013). Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: un itinerario para la mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(3), 249-262.
- Escudero, R. y Dapía, M. (2013). Ciencia más allá del aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(2), 245-253
- Esteve, A. y Solbes, J. (2017). El desinterés de los estudiantes por las Ciencias y la Tecnología en el Bachillerato y los estudios universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, 573-578.
- Fernández, M.D. y Malvar, M.L. (2007). La evaluación inicial en los centros de secundaria: ¿cómo abordarla? *Revista galego-portuguesa de psicoloxía e educación*, 14(1), 9-20.
- Fernández, N. (2013). Los Trabajos Prácticos de Laboratorio por investigación en la enseñanza de la Biología. *Revista de Educación en Biología*, 16(2), 15-30.
- Ferrés, C., Marbà, A. y Sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: Instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37
- Garritz, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollar y promover el aprendizaje. *Educación Química*, 21(2), 106-110
- González, C., García, S. y Martínez, C. (1999). Concepciones de los alumnos de Bachillerato acerca de la función de los gases en el proceso de fotosíntesis. En García, S. y Martínez, C (Coords.), *La didáctica de las ciencias: tendencias actuales*, 335-344.
- Grau, R. (1994). ¿Qué es lo que hace difícil una investigación? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 2, 27-35.
- Hasni, A. y Potvin, P. (2015). Student's Interest in Science and Technology and its Relationships with Teaching Methods, Family Context and Self-Efficacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 10(3), 337-366.
- Jewell, N. (2002). Examining Children's Models of Seed. *Journal of Biological Education*, 36(3), 116-122.
- Lin, S.-W. (2004). Development and application of a two-tier diagnostic test for high school students' understanding of flowering plant growth and development. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 175-199.

- Maguregi, G. (2011). Las semillas no necesitan luz para germinar. En J.M. Domínguez Castiñeiras (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias* (pp. 465-471). Santiago de Compostela: USC/APICE.
- Marques, A. y Reis, P. (2017). Producción y difusión de videos digitales sobre contaminación ambiental. Estudio de caso: Activismo colectivo basado en la investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(1), 215-226.
- Márquez, C. y Pedreira, M. (2005). Dialogar sobre lo esencial: una propuesta de trabajo en la clase de ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 44, 105-112.
- Monereo, C. y Fuentes, M. (2005) Aprender a buscar y seleccionar en Internet. En C. Monereo (coord.), *Internet y competencias básicas* (pp. 27-50). Barcelona: Graó.
- Nieto, E., Carrillo, M., González, R.M., Montagut, P. y Sansón, C. (2005). Nuevos contenidos, nuevos enfoques. Trabajos prácticos en microescala. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, 1-5.
- Olvera, M.T. y López-Mota, A.D. (2017). Concepciones alternativas de estudiantes universitarios sobre la germinación de semillas a través de un cuestionario de opción múltiple. En M. Silva (Coord), *XIV Congreso Nacional de Investigación Educativa* (pp. 1-6). San Luis Potosí. Recuperado de <http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/2837.pdf>
- Pozo, J.I. y Gómez, M.A. (2010). Por qué los alumnos no comprenden la ciencia que aprenden. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 66, 73-79.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe. Recuperado de [https://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (2), 286–299.
- Sánchez, V. (2011). Innovaciones metodológicas en Educación Secundaria: TIC, música y medios audiovisuales. *Edetania: estudios y propuestas socioeducativas*, 39, 151-157.
- Sanmartí, N., Márquez, C. y García, P. (2002). Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. *Aula de innovación educativa*, 113, 8-13.
- Torres, A.L. (2009) Creación y utilización de vídeo digital y TICs en física y química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 440-451.
- Vidal, M. y Membiela, P (2005). Investigación sobre una actividad práctica de germinación en la formación de los futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias*, Número Extra, 1-4.

## **VII. ANEXOS**

ANEXO A. Resumen complementario proporcionado a los alumnos en PowerPoint:

[https://drive.google.com/file/d/177Rmi7zv7buGMu\\_Ro5GMyb08-kakL8ak/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/177Rmi7zv7buGMu_Ro5GMyb08-kakL8ak/view?usp=sharing)

ANEXO B. Rúbrica de calificación de las producciones audiovisuales:

<https://drive.google.com/file/d/1OBEDbMyBYco5ipnMcCmKp2O15qGDUYiW/view?usp=sharing>

ANEXO C. Rúbrica de calificación de los trabajos prácticos:

[https://drive.google.com/file/d/1wp-DHyt6XyiVVNtVSnp6qMjVrt0xfZN\\_/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1wp-DHyt6XyiVVNtVSnp6qMjVrt0xfZN_/view?usp=sharing)